

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

27. 7. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 8月15日

出願番号  
Application Number: 特願2003-293904  
[ST. 10/C]: [JP2003-293904]

REC'D 19 AUG 2004

W J PCT

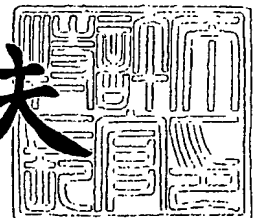
出願人  
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 5月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 JPP030138  
【提出日】 平成15年 8月15日  
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿  
【国際特許分類】 H01L 21/31  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
    【氏名】 川村 剛平  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
    【氏名】 小林 保男  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
    【氏名】 寺井 康浩  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
    【氏名】 浅野 明  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000219967  
    【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100070150  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 伊東 忠彦  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 002989  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

F添加カーボン膜を、CとFとを含む原料ガスを使って形成する工程と、  
形成された前記F添加カーボン膜を、ラジカルにより改質する工程と、  
前記F添加カーボン膜を改質する工程とを含み、  
前記原料ガスは、原料ガス分子中におけるF原子数とC原子数との比F/Cが、1よりも大きく2よりも小さいことを特徴とする成膜方法。

**【請求項 2】**

前記改質工程は、前記F添加カーボン膜の露出表面を終端しているF原子を除去するように実行されることを特徴とする請求項1記載の成膜方法。

**【請求項 3】**

前記改質工程は、N, Ar, Kr, C, B, Siのいずれかを含むラジカル中において実行されることを特徴とする請求項1または2記載の成膜方法。

**【請求項 4】**

前記ラジカルは、マイクロ波プラズマにより励起されることを特徴とする請求項1～3のうち、いずれか一項記載の成膜方法。

**【請求項 5】**

前記マイクロ波プラズマは、前記F添加カーボン膜が形成されるプロセス空間に、平面状マイクロ波アンテナより前記プロセス空間を形成するマイクロ波窓を介してマイクロ波を導入することにより形成されることを特徴とする請求項4記載の成膜方法。

**【請求項 6】**

前記原料ガスは、 $C_3F_4$ ,  $C_3F_6$ ,  $C_4F_6$ ,  $C_5F_8$ のいずれかよりなることを特徴とする請求項1～5のうち、いずれか一項記載の成膜方法。

**【請求項 7】**

前記原料ガスは、水素ガス成分を含まないことを特徴とする請求項1～6のうち、いずれか一項記載の成膜方法。

**【請求項 8】**

前記F添加カーボン膜は、前記CとFとを含む原料ガスを使ったプラズマCVD法により形成されることを特徴とする請求項1～7のうち、いずれか一項記載の成膜方法。

**【請求項 9】**

前記プラズマCVD法は、前記原料ガスをマイクロ波プラズマにより解離させることにより実行されることを特徴とする請求項8記載の成膜方法。

**【請求項 10】**

基板上にF添加カーボン膜を、分子中にCとFとを含む原料ガスを使ったプラズマCVDプロセスにより堆積する工程と、

前記F添加カーボン膜をドライエッチングし、前記F添加カーボン膜中に開口部を形成する工程と、

前記開口部の側壁面と底面とを金属膜で覆う工程とを含む半導体装置の製造方法において、

前記開口部を形成する工程の後、前記開口部の側壁面と底面とを前記金属膜で覆う工程の前に、少なくとも前記開口部の側壁面をラジカルにより改質する工程を含み、

前記原料ガスは、原料ガス分子中におけるF原子数とC原子数との比F/Cが、1よりも大きく2よりも小さいことを特徴とする半導体装置の製造方法。

**【請求項 11】**

前記改質工程において前記ラジカルは、マイクロ波プラズマにより励起されることを特徴とする請求項10記載の半導体装置の製造方法。

**【請求項 12】**

前記F添加カーボン膜を堆積する工程は、前記F添加カーボン膜の表面に、さらにハードマスク膜を形成する工程を含み、

前記F添加カーボン膜を堆積する工程と前記ハードマスク膜を形成する工程とは、第1

の真空搬送室に結合された第1および第2の処理室においてそれぞれ実行され、

前記開口部を形成する工程と前記改質工程とは、第2の真空搬送室に結合された第3および第4の処理室においてそれぞれ実行されることを特徴とする請求項10または11記載の半導体装置の製造方法。

【請求項13】

真空搬送室と、

前記真空搬送室に結合され、フッ素添加カーボン膜のドライエッチングを行う第1の処理室と、

前記真空搬送室に結合され、フッ素添加カーボン膜の改質を行う第2の処理室と、

前記真空搬送室に結合され、フッ素添加カーボン膜のドライクリーニングを行う第3の処理室と、

前記真空搬送室に結合され、金属膜の堆積を行う第4の処理室とを備えた基板処理システムであって、

前記第1および第2の処理室の各々は、

排気系に結合され被処理基板を保持する基板保持台を備えた処理容器と、

前記基板保持台上の被処理基板に対面するように設けられ、前記処理容器の外壁の一部を構成するマイクロ波窓と、

前記処理容器の外側に、前記マイクロ波窓に結合して設けられた平面マイクロ波アンテナと、

前記処理容器内に希ガスを供給する第1のガス供給系と、

前記処理容器内に、前記処理容器内部の空間を前記マイクロ波窓が含まれる第1の空間部分と前記基板保持台が含まれる第2の空間部分とに分割するように設けられ、前記第1の空間部分に形成されたプラズマが前記第2の空間部分に侵入できるように開口部を形成され、さらに処理ガスを前記処理容器内に導入する第2のガス供給系とを備えたことを特徴とする基板処理システム。

【請求項14】

基板上にフッ素添加カーボン膜を、分子中にCとFとを含む原料ガスを使ったプラズマCVDプロセスにより堆積する工程と、

前記フッ素添加カーボン膜中にドライエッチングにより開口部を形成する工程と、

前記開口部の側壁面と底面を覆うように第1の金属膜を堆積する工程とよりなる半導体装置の製造方法において、

前記開口部を形成する工程の後、前記第1の金属膜を堆積する工程の前に、少なくとも前記開口部の側壁面および底面を覆うように、Fと反応した場合に安定な化合物を形成する金属元素よりなる第2の金属膜を堆積する工程を設けたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項15】

前記第2の金属膜は、Al, Ru, Ni, Co, Pt, Au, Agのうちよりなる群のうちより選ばれることを特徴とする請求項14記載の半導体装置の製造方法。

【請求項16】

基板と、

前記基板上に形成されたフッ素添加カーボン膜と、

前記フッ素添加カーボン膜中に形成された開口部と、

少なくとも前記開口部の側壁面と底面とを沿って形成された第1の金属膜とよりなる半導体装置において、

前記フッ素添加カーボン膜と前記第1の金属膜との間には、前記開口部の側壁面と底面とを覆うように、第2の金属膜が形成されており、

前記第2の金属膜には、前記フッ素添加カーボン膜が露出する前記開口部の側壁面との界面に沿って、フッ化物膜が形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項17】

前記開口部は、その底部において銅配線パターンを露出し、前記第2の金属膜は、前記

銅配線パターンとの界面に沿って、C uを含む合金を形成することを特徴とする請求項 1  
6 記載の半導体装置。

## 【書類名】 明細書

【発明の名称】 成膜方法、半導体装置の製造方法、半導体装置、基板処理システム

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は一般に絶縁膜の形成方法に係り、特にF（フッ素）添加カーボン膜の成膜方法、かかるフッ素添加カーボン膜を成膜方法を使った半導体装置の製造方法およびかかる方法により形成された半導体装置、さらにはかかる半導体装置の製造のための基板処理システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

最近の微細化された半導体装置では、基板上に形成された莫大な数の半導体素子を電氣的に接続するのに、いわゆる多層配線構造が使われる。多層配線構造では、配線パターンを埋設した層間絶縁膜を多数積層し、一の層の配線パターンは、隣接する層の配線パターンと、あるいは基板中の拡散領域と、前記層間絶縁膜中に形成したコンタクトホールを介して相互接続される。

## 【0003】

かかる微細化された半導体装置では、層間絶縁膜中において複雑な配線パターンが近接して形成されるため、層間絶縁膜中の寄生容量による電気信号の配線遅延が深刻な問題になる。

## 【0004】

このため、特に最近のいわゆるサブミクロン、あるいはサブクォータミクロンと呼ばれる超微細化半導体装置では、多層配線構造を構成する配線層として銅配線パターンが使われ、層間絶縁膜として、比誘電率が4程度の従来のシリコン酸化膜（SiO<sub>2</sub>膜）の代わりに、比誘電率が3～3.5程度のF添加シリコン酸化膜（SiOF膜）が使われている。

## 【0005】

しかし、SiOF膜では比誘電率の低減にも限界があり、このようなSiO<sub>2</sub>ベースの絶縁膜では、設計ルール0.1μm以降の世代の半導体装置で要求される、3.0未満の比誘電率を達成するのは困難であった。

## 【0006】

一方、比誘電率がより低い、いわゆる低誘電率（low-K）絶縁膜には様々な材料があるが、多層配線構造に使われる層間絶縁膜には、比誘電率が低いだけでなく、高い機械的強度と熱処理に対する安定性を備えた材料を使う必要がある。

## 【0007】

F添加カーボン（CF）膜は、十分な機械的強度を有し、かつ2.5以下の比誘電率を実現できる点で、次世代の超高速半導体装置に使われる低誘電率層間絶縁膜としてとして有望である。

## 【0008】

一般にF添加カーボン膜はC<sub>n</sub>F<sub>m</sub>で表される化学式を有しており、平行平板型プラズマ処理装置、あるいはECR型プラズマ処理装置により形成できることが報告されている。

## 【0009】

例えば特許文献1は、平行平板型プラズマ処理装置中においてCF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>などのフッ化カーボン化合物を原料ガスに使い、F添加カーボン膜を得ている。また特許文献2では、ECR型プラズマ処理装置においてCF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>などのフッ化ガスを原料に使い、F添加カーボン膜を得ている。

【特許文献1】 特開平8-83842号公報

【特許文献2】 特開平10-144675号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0010】

一方、従来のF添加カーボン膜ではリーク電流が大きく、また400℃程度の半導体プロセスで使われる温度に加熱された場合、膜から脱ガスが生じやすい問題があり、このような膜を層間絶縁膜に使った場合には、半導体装置の信頼性に深刻な影響が生じると考えられる。リーク電流が大きくまた脱ガスが生じることは、これら従来のF添加カーボン膜では膜中に様々な欠陥が含まれていることを示唆している。

## 【0011】

また、従来の技術によりこのようなF添加カーボン膜を形成しようとする、フッ化カーボン化合物の解離により生じたFラジカルを系から除去するために、原料ガス中に水素ガスを添加する必要がある、その結果、得られたフッ素添加カーボン膜中には大量の水素が含まれることになる。しかしこのように水素を多量に含むフッ素添加カーボン膜では膜中においてHFの放出が生じ、配線層や絶縁膜に腐食が生じてしまう。

## 【0012】

また先にも述べたようにF添加カーボン膜は多層配線構造において層間絶縁膜として、銅配線パターンと組み合わされて使われることが多いが、このような銅配線パターンを使った多層配線構造では、配線パターンからのCuの拡散を阻止するため、配線パターンが形成される配線溝あるいはビアホールの側壁面を典型的にはTaなどのバリアメタル膜により覆うことが必須である。しかし、F添加カーボン膜の表面にTaバリアメタル膜を堆積すると、F添加カーボン膜中のFとバリアメタル膜中のTaとが反応して揮発性のTaFが形成されてしまう。このようなTaFの形成は、特にF添加カーボン膜が露出したビアホールや配線溝の側壁面などにおいて生じ、密着性を劣化させ、また多層配線構造の信頼性あるいは寿命を劣化させる。

## 【0013】

図1は、このような従来のF添加カーボン膜を使ったビアコンタクト構造の例を示す。

## 【0014】

図1を参照するに、F添加カーボン膜よりなる層間絶縁膜2が、銅配線パターン1Aが埋設された低誘電率層間絶縁膜1上に形成されており、前記F添加カーボン膜2中には前記銅配線パターン1Aを露出するように、前記F添加カーボン膜2上に形成されたハードマスクパターン3をマスクにビアホール2Aが形成されている。

## 【0015】

前記ビアホール2Aの側壁面においては前記層間絶縁膜2を構成するF添加カーボン膜が露出しており、前記側壁面は、前記ハードマスクパターン3上に前記ビアホール2Aを覆うように堆積されたTa膜4により覆われている。このようなビアコンタクト構造では、先にも説明したように膜中に多量の水素が含まれるため、膜を構成するFと水素とが反応して腐食性のHFが形成される恐れがある。

## 【0016】

また前記ビアホール2Aの側壁面ではTaバリア膜4がドライエッチングにより露出された新鮮なF添加カーボン膜表面にコンタクトするため、かかる膜表面に存在するFと反応して揮発性のTaFが形成されてしまう。

## 【0017】

そこで本発明は上記の問題点を解決した、新規で有用な成膜方法、半導体装置の製造方法、半導体装置および基板処理システムを提供することを概括的課題とする。

## 【0018】

本発明のより具体的な課題は、フッ素添加カーボン膜を層間絶縁膜に使用して信頼性の高い多層配線構造を形成できる成膜方法を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0019】

本発明は上記の課題を、  
請求項1に記載したように、  
F添加カーボン膜を、CとFとを含む原料ガスを使って形成する工程と、

形成された前記F添加カーボン膜を、ラジカルにより改質する工程と、  
前記F添加カーボン膜を改質する工程とを含み、  
前記原料ガスは、原料ガス分子中におけるF原子数とC原子数との比 $F/C$ が、1よりも大きく2よりも小さいことを特徴とする成膜方法により、または  
請求項2に記載したように、  
前記改質工程は、前記F添加カーボン膜の露出表面を終端しているF原子を除去するように実行されることを特徴とする請求項1記載の成膜方法により、または  
請求項3に記載したように、  
前記改質工程は、N, Ar, Kr, C, B, Siのいずれかを含むラジカル中において実行されることを特徴とする請求項1または2記載の成膜方法により、または  
請求項4に記載したように、  
前記ラジカルは、マイクロ波プラズマにより励起されることを特徴とする請求項1～3のうち、いずれか一項記載の成膜方法により、または  
請求項5に記載したように、  
前記マイクロ波プラズマは、前記F添加カーボン膜が形成されるプロセス空間に、平面状マイクロ波アンテナより前記プロセス空間を画成するマイクロ波窓を介してマイクロ波を導入することにより形成されることを特徴とする請求項4記載の成膜方法により、または  
請求項6に記載したように、  
前記原料ガスは、 $C_3F_4$ ,  $C_3F_6$ ,  $C_4F_6$ ,  $C_5F_8$ のいずれかよりなることを特徴とする請求項1～5のうち、いずれか一項記載の成膜方法により、または  
請求項7に記載したように、  
前記原料ガスは、水素ガス成分を含まないことを特徴とする請求項1～6のうち、いずれか一項記載の成膜方法により、または  
請求項8に記載したように、  
前記F添加カーボン膜は、前記CとFとを含む原料ガスを使ったプラズマCVD法により形成されることを特徴とする請求項1～7のうち、いずれか一項記載の成膜方法により、または  
請求項9に記載したように、  
前記プラズマCVD法は、前記原料ガスをマイクロ波プラズマにより解離させることにより実行されることを特徴とする請求項8記載の成膜方法により、または  
請求項10に記載したように、  
基板上にF添加カーボン膜を、分子中にCとFとを含む原料ガスを使ったプラズマCVDプロセスにより堆積する工程と、  
前記F添加カーボン膜をドライエッチングし、前記F添加カーボン膜中に開口部を形成する工程と、  
前記開口部の側壁面と底面とを金属膜で覆う工程とを含む半導体装置の製造方法において、  
前記開口部を形成する工程の後、前記開口部の側壁面と底面とを前記金属膜で覆う工程の前に、少なくとも前記開口部の側壁面をラジカルにより改質する工程を含み、  
前記原料ガスは、原料ガス分子中におけるF原子数とC原子数との比 $F/C$ が、1よりも大きく2よりも小さいことを特徴とする半導体装置の製造方法により、または  
請求項11に記載したように、  
前記改質工程において前記ラジカルは、マイクロ波プラズマにより励起されることを特徴とする請求項10記載の半導体装置の製造方法により、または  
請求項12により、または  
前記F添加カーボン膜を堆積する工程は、前記F添加カーボン膜の表面に、さらにハードマスク膜を形成する工程を含み、  
前記F添加カーボン膜を堆積する工程と前記ハードマスク膜を形成する工程とは、第1の真空搬送室に結合された第1および第2の処理室においてそれぞれ実行され、

前記開口部を形成する工程と前記改質工程とは、第2の真空搬送室に結合された第3および第4の処理室においてそれぞれ実行されることを特徴とする請求項10または11記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項13に記載したように、

真空搬送室と、

前記真空搬送室に結合され、フッ素添加カーボン膜のドライエッチングを行う第1の処理室と、

前記真空搬送室に結合され、フッ素添加カーボン膜の改質を行う第2の処理室と、

前記真空搬送室に結合され、フッ素添加カーボン膜のドライクリーニングを行う第3の処理室と、

前記真空搬送室に結合され、金属膜の堆積を行う第4の処理室とを備えた基板処理システムであって、

前記第1および第2の処理室の各々は、

排気系に結合され被処理基板を保持する基板保持台を備えた処理容器と、

前記基板保持台上の被処理基板に対面するように設けられ、前記処理容器の外壁の一部を構成するマイクロ波窓と、

前記処理容器の外側に、前記マイクロ波窓に結合して設けられた平面マイクロ波アンテナと、

前記処理容器内に希ガスを供給する第1のガス供給系と、

前記処理容器内に、前記処理容器内部の空間を前記マイクロ波窓が含まれる第1の空間部分と前記基板保持台が含まれる第2の空間部分とに分割するように設けられ、前記第1の空間部分に形成されたプラズマが前記第2の空間部分に侵入できるように開口部を形成され、さらに処理ガスを前記処理容器内に導入する第2のガス供給系とを備えたことを特徴とする基板処理システムにより、または

請求項14に記載したように、

基板上にフッ素添加カーボン膜を、分子中にCとFとを含む原料ガスを使ったプラズマCVDプロセスにより堆積する工程と、

前記フッ素添加カーボン膜中にドライエッチングにより開口部を形成する工程と、

前記開口部の側壁面と底面を覆うように第1の金属膜を堆積する工程とよりなる半導体装置の製造方法において、

前記開口部を形成する工程の後、前記第1の金属膜を堆積する工程の前に、少なくとも前記開口部の側壁面および底面を覆うように、Fと反応した場合に安定な化合物を形成する金属元素よりなる第2の金属膜を堆積する工程を設けたことを特徴とする半導体装置の製造方法により、または

請求項15に記載したように、

前記第2の金属膜は、Al, Ru, Ni, Co, Pt, Au, Agよりなる群より選ばれることを特徴とする請求項14記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項16に記載したように、

基板と、

前記基板上に形成されたフッ素添加カーボン膜と、

前記フッ素添加カーボン膜中に形成された開口部と、

少なくとも前記開口部の側壁面と底面とを沿って形成された第1の金属膜とよりなる半導体装置において、

前記フッ素添加カーボン膜と前記第1の金属膜との間には、前記開口部の側壁面と底面とを覆うように、第2の金属膜が形成されており、

前記第2の金属膜には、前記フッ素添加カーボン膜が露出する前記開口部の側壁面との界面に沿って、フッ化物膜が形成されていることを特徴とする半導体装置により、または請求項17に記載したように、

前記開口部は、その底部において銅配線パターンを露出し、前記第2の金属膜は、前記銅配線パターンとの界面に沿って、Cuを含む合金を形成することを特徴とする請求項1

6 記載の半導体装置により、解決する。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、F 添加カーボン膜の露出表面を改質することにより、膜表面に存在する F 原子が除去され、その結果、かかる膜表面上にバリアメタル膜などを形成した場合でも、界面において揮発性のフッ化膜が形成されることがなく、信頼性の高い電氣的コンタクトを実現することができる。前記 F 添加カーボン膜を形成する際に、電子温度の低いマイクロ波を使ったプラズマ CVD プロセスを使い、さらに分子中における F と C の原子数の比  $F/C$  が 1 よりも大きく 2 未満の原料ガスを使うことにより、水素ガスを添加せずとも所望の F 添加カーボン膜の堆積が実現可能になる。すなわち、このようにして形成された F 添加カーボン膜は膜中に水素を実質的に含まず、このため多層配線構造などに使われた場合にも、配線層や他の絶縁膜を腐食することがない。さらに本発明の F 添加カーボン膜では膜中に水素が実質的に含まれないため、前記改質処理を例えば窒素ラジカルを使って行った場合に、膜がエッチングされることがなく、所望の改質処理を安定に、再現性よく行うことが可能になる。

【0021】

さらに本発明によれば、F 添加カーボン膜のドライエッチングと改質処理、さらにドライクリーニング処理と金属膜堆積処理とをクラスタ型の基板処理システムにより実行することにより、ドライエッチングから金属膜堆積処理までを基板を大気に露出することなく実行することが可能で、反応性の高い F 添加カーボン膜のドライエッチング直後の露出表面に大気中の水分が吸着されることがない。

【0022】

さらに本発明によれば、F 添加カーボン膜上に Ta 膜などの金属膜を堆積する際に、間に F と反応して安定な化合物を形成する第 2 の金属膜を介在させることにより、TaF などの揮発性化合物が形成されて層間絶縁膜とバリアメタル膜との界面が不安定になる問題が回避される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

〔第 1 実施例〕

図 2 (A), (B) は、本発明第 1 実施例で使われるマイクロ波プラズマ処理装置 100 の構成を示す。ただし図 2 (A) はマイクロ波プラズマ処理装置 100 の断面図を、また図 2 (B) はラジアルラインスロットアンテナの構成を示す図である。

【0024】

図 2 (A) を参照するに、マイクロ波プラズマ処理装置 100 は複数の排気ポート 11D から排気される処理容器 11 を有し、前記処理容器 11 中には被処理基板 12 を保持する保持台 13 が形成されている。前記処理容器 11 の均一な排気を実現するため、前記保持台 13 の周囲にはリング状に空間 11C が形成されており、前記複数の排気ポート 11D を前記空間 11C に連通するように等間隔で、すなわち被処理基板に対して軸対称に形成することにより、前記処理容器 11 を前記空間 11C および排気ポート 11D を介して均一に排気することができる。

【0025】

前記処理容器 11 上には、前記保持台 13 上の被処理基板 12 に対応する位置に、前記処理容器 11 の外壁の一部として、低損失誘電体よりなるセラミックカバープレート 17 がシールリング 16A を介して前記被処理基板 12 に対面するように形成されている。

【0026】

前記カバープレート 17 は、前記処理容器 11 上に設けられたリング状部材 14 上に前記シールリング 16A を介して着座しており、前記リング状部材 14 には、プラズマガス供給ポート 14A に連通した、前記リング状部材 14 に対応したリング形状のプラズマガス通路 14B が形成されている。さらに、前記リング状部材 14 中には、前記プラズマガス通路 14B に連通する複数のプラズマガス導入口 14C が、前記被処理基板 12 に対し

て軸対称に形成されている。

【0027】

そこで前記プラズマガス供給ポート14Aに供給されたAr, KrやXeおよびH<sub>2</sub>等のプラズマガスは、前記プラズマガス通路14Bから前記導入口14Cに供給され、前記導入口14Cから前記処理容器11内部の前記カバープレート17直下の空間11Aに放出される。

【0028】

前記処理容器11上には、さらに前記カバープレート17上に、前記カバープレート17から4～5mm離間して、図2(B)に示す放射面を有するラジアルラインスロットアンテナ30が設けられている。

【0029】

前記ラジアルラインスロットアンテナ30は前記リング状部材14上にシールリング16Bを介して着座しており、外部のマイクロ波源(図示せず)に同軸導波管21を介して接続されている。前記ラジアルラインスロットアンテナ30は、前記マイクロ波源からのマイクロ波により、前記空間11Aに放出されたプラズマガスを励起する。

【0030】

前記ラジアルラインスロットアンテナ30は、前記同軸導波管21の外側導波管21Aに接続された平坦なディスク状のアンテナ本体22と、前記アンテナ本体22の開口部に形成された、図2(B)に示す多数のスロット18aおよびこれに直交する多数のスロット18bを形成された放射板18とよりなり、前記アンテナ本体22と前記放射板18との間には、厚さが一定の誘電体板よりなる遅相板19が挿入されている。また前記放射板18には、同軸導波管21を構成する中心導体21Bが接続されている。前記アンテナ本体22上には、冷媒通路20Aを含む冷却ブロック20が設けられている。

【0031】

かかる構成のラジアルラインスロットアンテナ30では、前記同軸導波管21から給電されたマイクロ波は、前記ディスク状のアンテナ本体22と放射板18との間を、半径方向に広がりながら進行するが、その際に前記遅相板19の作用により波長が圧縮される。そこで、このようにして半径方向に進行するマイクロ波の波長に対応して前記スロット18aおよび18bを同心円状に、かつ相互に直交するように形成しておくことにより、円偏波を有する平面波を前記放射板18に実質的に垂直な方向に放射することができる。

【0032】

かかるラジアルラインスロットアンテナ30を使うことにより、前記カバープレート17直下の空間11Aに均一な高密度プラズマが形成される。このようにして形成された高密度プラズマは電子温度が低く、そのため被処理基板12にダメージが生じることがなく、また処理容器11の器壁のスパッタリングに起因する金属汚染が生じることもない。

【0033】

図2のプラズマ処理装置100では、さらに前記処理容器11中、前記カバープレート17と被処理基板12との間に、外部の処理ガス源(図示せず)から前記処理容器11中に形成された処理ガス通路23および24Aを介して供給された処理ガスを放出する多数のノズル24Bを形成された導体構造物24が形成されており、前記ノズル24Bの各々は、供給された処理ガスを、前記導体構造物24と被処理基板12との間の空間11Bに放出する。すなわち前記導体構造物24は処理ガス供給部として機能する。前記処理ガス供給部を構成する導体構造物24には、前記隣接するノズル24Bと24Bとの間に、図3に示すように前記空間11Aにおいて形成されたプラズマを前記空間11Aから前記空間11Bに拡散により、効率よく通過させるような大きさの開口部24Cが形成されている。

【0034】

図3は、前記処理ガス供給部24の底面図を示す。

【0035】

図3よりわかるように前記ノズル24Bは前記処理ガス供給部24の前記基板12に対

面する側に形成されており、前記カバープレート17に面する側には形成されていない。

#### 【0036】

そこで、図2(A)、(B)のプラズマ処理装置100において前記処理ガス供給部24から前記ノズル24Bを介して処理ガスを前記空間11Bに放出的した場合、放出された処理ガスは前記空間11Aにおいて形成された高密度プラズマにより励起され、前記被処理基板12上に、一様なプラズマ処理が、効率的かつ高速に、しかも基板および基板上の素子構造を損傷させることなく、また基板を汚染することなく行われる。一方前記ラジアルラインスロットアンテナ30から放射されたマイクロ波は、導体よりなる前記処理ガス供給部24により阻止され、被処理基板12を損傷させることはない。

#### 【0037】

図2(A)、(B)の基板処理装置では、前記空間11Aおよび11Bがプロセス空間を形成するが、図5の処理ガス供給部24を設けた場合、前記空間11Aでは主としてプラズマの励起が生じ、一方前記空間11Bでは処理ガスによる成膜が主として生じる。

#### 【0038】

図4(A)は、図2(A)、(B)のプラズマ処理装置100において前記プラズマガス導入口14CからArガスを導入することにより前記処理容器11中のプロセス圧を約67Pa(0.5Torr)に設定し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ30に2.45GHzまたは8.3GHzのマイクロ波を1.27W/cm<sup>2</sup>のパワー密度で導入した場合に前記空間11Aおよび11Bを含むプロセス空間中に生じる電子温度の分布を示す。ただし図4(A)中、縦軸は電子温度を、横軸は前記カバープレート下面から測った距離を示す。

#### 【0039】

図4(A)を参照するに、電子温度は前記カバープレート17直下の領域において最も高く、マイクロ波周波数が2.45GHzの場合にはおよそ2.0eV、マイクロ波周波数が8.3GHzの場合にはおよそ1.8eVであるのに対し、前記カバープレート17から20mm以上離れた、いわゆる拡散プラズマ領域では電子温度がほぼ一定で、1.0~1.1eVの値をとることがわかる。

#### 【0040】

このように、図2(A)、(B)のマイクロ波プラズマ処理装置10では、非常に低い電子温度のプラズマを形成することができ、このような低い電子温度のプラズマを使って低いエネルギーを要求されるプロセスを行うことができる。

#### 【0041】

図4(B)は、図2(A)、(B)のプラズマ処理装置100において前記処理容器11中に生じるプラズマ電子密度の分布を示す。

#### 【0042】

図4(B)を参照するに、図示の例は図4(A)と同様に前記プラズマガス導入口14CからArガスを導入することにより前記処理容器11中のプロセス圧を約67Pa(0.5Torr)に設定し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ30に2.45GHzまたは8.3GHzのマイクロ波を1.27W/cm<sup>2</sup>のパワー密度で導入した場合についての結果を示すが、前記カバープレート17の下面から60~70mm程度の距離までは、周波数が2.45GHzの場合であっても8.3GHzの場合であっても、 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ の非常に高いプラズマ密度が実現されているのがわかる。

#### 【0043】

そこで本実施例では、前記処理ガス導入口24の位置を、前記 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ のプラズマ電子密度が実現されるように前記カバープレート17の下面から60mm以内の距離に設定し、前記プロセス空間11Aにプラズマを、前記プラズマガス導入口14CからArガスを導入し、前記アンテナから周波数が1~10GHz程度のマイクロ波を導入して励起し、この状態で前記処理ガス導入口24から前記プロセス空間11BにC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスを、前記ノズル24Bを介して導入することにより、前記被処理基板12上にF添加カーボン膜を形成することが可能である。

## 【0044】

図5 (A) ~ (C), 図6 (D) ~ (F) および図7 (G) は、本発明の第1実施例による半導体装置の製造方法を示す図である。

## 【0045】

図5 (A) を参照するに、 $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiOC}$  あるいはその他の低誘電率絶縁膜42が形成された $\text{Si}$ 基板41上には $\text{SiN}$ 膜あるいは $\text{SiOC}$ 膜などよりなるキャップ層43が形成されており、前記キャップ層43上には、前記図2 (A), (B) で説明したプラズマ処理装置100中において、前記プロセス空間11B中に前記処理ガス供給部24より $\text{C}_5\text{F}_8$ 原料ガスを供給することにより、F添加カーボン膜44が形成される。かかるF添加カーボン膜44の堆積は、例えば基板温度を $250^\circ\text{C}$ に設定し、約 $100\text{Pa}$ の圧力下、前記カバープレート17直下の空間11Aに $\text{Ar}$ ガスを前記プラズマガス供給部14Cより供給し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ30から周波数が $2.45\text{GHz}$ のマイクロ波を、 $2.0\text{W}/\text{cm}^2$ のパワー密度で供給することにより、実行することができる。図示の例では、前記低誘電率絶縁膜42中に $\text{Cu}$ などよりなる配線パターン42Aが埋設されている。

## 【0046】

平行平板型あるいはICP型の通常のプラズマ処理装置を使ったプラズマCVDプロセスにおいてF添加カーボン膜44を形成する場合には、原料ガス分子が解離して発生するFラジカルを系から除去するために水素ガスを添加する必要がある、そのため得られるF添加カーボン膜は多量の水素を含むのが避けられない。これに対し、図2 (A), (B) のプラズマ処理装置において前記ラジアルラインスロットアンテナ30から供給されたマイクロ波により、前記 $\text{C}_5\text{F}_8$ 原料ガスなど、分子中におけるF原子の数とC原子の数の比、すなわち $\text{F}/\text{C}$ が1よりも大きく2未満のフッ化カーボン原料を解離させた場合には、水素ガスを添加せずとも所望のF添加カーボン膜44を形成することができる。このようにして形成されたF添加カーボン膜44は、水素を実質的に含まない膜となっている。

## 【0047】

このようにしてF添加カーボン膜44を形成した後、次に図5 (B) の工程において前記F添加カーボン膜44上に、同じプラズマ処理装置100を使って $\text{SiCN}$ ,  $\text{SiN}$  あるいは $\text{SiO}_2$ などのハードマスク膜45を形成し、さらに図5 (C) の工程において前記ハードマスク膜45上に開口部46Aを有するレジストパターン46を通常のフォトリソグラフィにより形成する。前記プラズマ処理装置100において前記ハードマスク膜45を $\text{SiCN}$ 膜により形成する場合には、前記処理ガス供給部24より前記プロセス空間11Bにトリメチルシランを原料ガスとして供給し、また前記プラズマガス供給部14Cより $\text{Ar}$ ガスと窒素ガスを前記カバープレート17直下の空間11Aに導入して窒素ラジカルを含むプラズマを励起する。典型的な場合、かかる $\text{SiCN}$ 膜45の堆積は、例えば基板温度を $350^\circ\text{C}$ に設定し、約 $200\text{Pa}$ の圧力下、前記ラジアルラインスロットアンテナ30から周波数が $2.54\text{GHz}$ のマイクロ波を、 $1.0\text{W}/\text{cm}^2$ のパワー密度で供給することにより、実行することができる。

## 【0048】

さらに図5 (C) の工程では前記レジストパターン46をマスクに前記ハードマスク層45をパターンニングしてハードマスクパターン45Aを形成し、図6 (D) の工程において前記ハードマスクパターン45Aをマスクにその下のF添加カーボン膜44をパターンニングし、前記F添加カーボン膜44中に、前記レジスト開口部46Aに対応した開口部44Aを、前記配線層42Aが前記開口部44Aの底部において露出するように形成する。

## 【0049】

本実施例では、さらに図6 (E) の工程において図6 (D) の構造を図2 (A), (B) のプラズマ処理装置100中に再び導入し、前記プラズマガス導入口14Cより前記カバープレート17直下の空間11Aに $\text{Ar}$ と窒素の混合ガスを導入することにより、窒素ラジカル $\text{N}^*$ を生成させる。

## 【0050】

図6 (E) の工程では、さらにこのようにして生成した窒素ラジカルN\*を使って前記プロセス空間11Bにおいて被処理基板41を処理し、前記開口部44Aの側壁面において露出した前記F添加カーボン膜44の表面に存在するF原子を脱離させる。またこのような窒素ラジカル処理の結果、前記F添加カーボン膜44の露出表面において窒素が結合した改質層が形成される可能性もある。

【0051】

図6 (E) の工程の後、本実施例では図6 (F) の工程において図6 (E) の構造上にTa膜47をバリアメタル膜として、前記Ta膜47が前記ハードマスク膜45の表面および前記F添加カーボン膜44の露出側壁面、さらに前記開口部44Aの底部において露出された配線パターン42Aの表面を連続して覆うように形成する。

【0052】

本実施例では図6 (E) の工程において前記開口部44Aの側壁面に露出しているF添加カーボン膜44の表面からF原子が除去されているため、このように前記側壁面を覆うようにTa膜47を形成しても揮発性のTaFの形成は実質的に生じることがなく、前記Ta膜47は優れた密着性を有する。また前記F添加カーボン膜44中には水素が実質的に含まれておらず、このため膜44からのHFの放出も効果的に抑制されている。

【0053】

ところで図6 (E) の工程のようにF添加カーボン膜を窒素ラジカルにより処理した場合、一般には激しいエッチングが生じてしまい、改質処理を行うことは非常に困難であるが、これはF添加カーボン膜中に含まれる水素が窒素ラジカルと反応してN-H基を形成するのが原因である可能性がある。これに対し、本発明では前記F添加カーボン膜44が水素を実質的に含まない膜であるため、このような問題は生じない。

【0054】

図6 (F) の工程の後、図7 (G) の工程において図6 (D) の構造上には前記開口部44Aを充填するようにCu層48が、典型的にはCVD法によるシード層形成工程と電解めっきによる充填工程を行うことにより形成され、さらに図7 (H) の工程においてCMP法により前記Cu層48の一部、前記Taバリアメタル膜47および前記ハードマスク膜45までを除去することにより、前記F添加カーボン膜44中にTaバリアメタル膜47を介してCu配線パターンあるいはプラグを構成するCuパターン48Aが形成された構造が得られる。

【0055】

先にも説明したように、このようにして得られた構造は安定であり、信頼性の高いコンタクトを実現する。

[第2実施例]

先に説明した本発明の第1実施例においては、図6 (D) のドライエッチング工程の後、前記開口部44Aの側壁面に付着した不純物を除去するためにクリーニング工程を行う必要があり、これをドライエッチング装置から大気中に取り出して行っていた。

【0056】

しかし、このように大気中において図6 (D) の構造をクリーニングした場合には、前記開口部44Aの側壁面に大気中の水分が吸着され、HF形成の原因となる恐れがある。

【0057】

そこで本実施例では、図6 (D) ~図6 (F) までの工程を、図8に示すクラスタ型基板処理システム60を使って実行する。

【0058】

図8を参照するに、クラスタ型基板処理装置60は基板を出し入れするロードロック室62が結合され搬送ロボットを設置された真空搬送室61と、前記真空搬送室61に結合されたドライエッチング室63と、前記真空搬送室61に結合され図6 (E) の改質処理を行う改質処理室64と、前記真空搬送室61に結合され図6 (F) のTa膜の堆積を行うスパッタリング室65と、前記真空搬送室61に結合され、図6 (D) の構造に対して

ドライクリーニングを行うクリーニング室 66 とよりなり、前記ドライエッチング室 63 と改質処理室 64 の各々には、図 2 (A), (B) で説明したのと同じ構成のプラズマ処理装置 100 が設置されている。

【0059】

そこで図 5 (C) の工程の後、被処理基板 41 は前記レジストパターン 46 をアッシング等により除去した後、前記ロードロック室 62 から真空搬送室 61 を介してドライエッチング室 63 に導入され、図 6 (D) のドライエッチング工程が実行される。

【0060】

このドライエッチング工程では、前記ドライエッチング室 63 中に設置されたプラズマ処理装置 100 において、前記プラズマガス導入部 14C より Ar ガスを空間 11A に導入し、また前記処理ガス導入部 24 より  $N_2 + H_2$  などのエッチングガスを前記プロセス空間 11B に導入し、さらに前記基板保持台 13 に高周波電源 13A より高周波バイアスを印加しながら前記ラジアルラインスロットアンテナ 30 よりマイクロ波を前記空間 11A に前記マイクロ波窓 17 を介して導入することにより、所望のドライエッチングが実行される。

【0061】

図 6 (D) のドライエッチング工程の後、前記被処理基板 41 は前記真空搬送室 61 を介して改質処理室 64 に搬送され、図 6 (E) の改質処理工程が実行される。

【0062】

この改質処理工程では、前記改質処理室 64 に設置されたプラズマ処理装置 100 において前記プラズマガス導入部 14C より Ar ガスと窒素ガスとを前記空間 11A に導入し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ 30 よりマイクロ波を前記空間 11A に前記マイクロ波窓 17 を介して導入することにより、図 6 (E) の改質処理が実行される。

【0063】

さらに図 6 (E) の改質処理の後、前記被処理基板 41 は真空搬送室 61 を介してドライクリーニング室 66 に搬送され、 $NF_3$ ,  $F_2$ ,  $CO_2$  あるいはフロン系ガスを使ったドライクリーニングが実行される。

【0064】

前記処理室 66 でのドライクリーニング処理が終了した被処理基板 41 はさらに真空搬送室 61 を介してスパッタリング処理室 65 に搬送され、図 6 (F) の工程により前記 Ta バリアメタル膜 47 が形成される。

【0065】

図 6 (F) の工程の後、前記被処理基板 41 は前記真空搬送室 61 を介して前記ロードロック室 62 に戻される。

【0066】

図 9 は、図 8 の基板処理システム 60 と共に使われ、前記キャップ膜 43, 前記 F 添加カーボン膜 44 およびハードマスク膜 45 の形成に使われる別のクラスタ型基板処理システム 80 の構成を示す。

【0067】

図 9 を参照するに、クラスタ型基板処理装置 80 は基板を出し入れするロードロック室 82 が結合され搬送ロボットを設置された真空搬送室 81 と、前記真空搬送室 81 に結合され前記キャップ膜 43 の形成に使われる堆積室 83 と、前記真空搬送室 81 に結合され前記 F 添加カーボン膜 44 の形成に使われる堆積室 84 と、前記真空搬送室 81 に結合され前記ハードマスク膜 45 の形成に使われる堆積室 85 とを含み、前記堆積室 83、84 および 85 の各々には、図 2 (A), (B) で説明したのと同じ構成のプラズマ処理装置 100 が設置されている。

【0068】

そこで前記被処理基板 41 は絶縁膜 42 および配線パターン 42A の形成の後、前記ロードロック室 82 より前記真空搬送室 81 を介して堆積室 83 に搬送され、前記堆積室 83 中に設置されているプラズマ処理装置 100 において、前記プラズマガス供給部 14C

より前記カバープレート 17 直下の空間 11A に Ar ガスと窒素ガスを供給し、前記処理ガス供給部 24 より前記プロセス空間 11B にトリメチルシランや SiH<sub>4</sub> などの Si 含有原料ガスを供給し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ 30 より前記空間 11A に前記カバープレート 17 を介してマイクロ波を供給することにより前記空間 11A 中にマイクロ波プラズマを励起することにより、絶縁膜 42 上に前記キャップ膜 43 が形成される。

#### 【0069】

このようにしてキャップ膜 43 が形成された後、前記被処理基板 41 は前記堆積室 83 から真空搬送室 81 を通って堆積室 84 に搬送され、前記堆積室 84 中に設置されているプラズマ処理装置 100 において、前記プラズマガス供給部 14C より前記カバープレート 17 直下の空間 11A に Ar ガスと窒素ガスを供給し、前記処理ガス供給部 24 より前記プロセス空間 11B に C<sub>5</sub>F<sub>8</sub> など、分子中の F/C 比が 1 よりも大きく 2 未満のフッ化カーボン原料ガスを供給し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ 30 より前記空間 11A に前記カバープレート 17 を介してマイクロ波を供給することにより前記空間 11A 中にマイクロ波プラズマを励起することにより、前記キャップ膜 43 上に F 添加カーボン膜 44 が形成される。先にも説明したように、この F 添加カーボン膜 44 の形成工程では原料ガスに水素ガスを添加する必要がなく、従って得られる F 添加カーボン膜 44 は膜中に実質的な量の水素を含まない。

#### 【0070】

このようにしてキャップ膜 43 が形成された後、前記被処理基板 41 は前記堆積室 84 から真空搬送室 81 を通って堆積室 85 に搬送され、前記堆積室 85 中に設置されているプラズマ処理装置 100 において、前記プラズマガス供給部 14C より前記カバープレート 17 直下の空間 11A に Ar ガスと窒素ガスを供給し、前記処理ガス供給部 24 より前記プロセス空間 11B にトリメチルシランや SiH<sub>4</sub> などの Si 含有原料ガスを供給し、さらに前記ラジアルラインスロットアンテナ 30 より前記空間 11A に前記カバープレート 17 を介してマイクロ波を供給することにより前記空間 11A 中にマイクロ波プラズマを励起することにより、前記 F 添加カーボン膜 44 上にハードマスク膜 45 が形成される。

#### 【0071】

このようにしてハードマスク膜 45 が形成された被処理基板 41 は前記真空搬送室 81 を通ってロードロック室に戻され、さらに図 5 (C) のレジストプロセスおよびフォトリソグラフィプロセスへと送られる。

#### 【0072】

このように、図 9 のクラスタ型基板処理システム 80 を使うことにより、前記 F 添加カーボン膜 44 上にハードマスク膜 45 を、前記フッ素添加カーボン膜 44 を大気に露出することなく形成でき、膜 44 の表面における水分の吸着を回避することができる。

#### [第 3 実施例]

図 10 は、本発明の第 4 実施例による半導体装置 120 の構成を示す。ただし図 10 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

#### 【0073】

図 10 を参照するに、図示の構成は先に図 6 (F) で説明した状態、すなわち Ta バリアメタル膜 47 が形成された後、図 7 (G) の Cu 層 48 が形成される前の状態に対応しているが、本実施例では前記ハードマスク層 45 の表面および前記開口部 44A において露出される F 添加カーボン膜 44 の側壁面と前記 Ta バリアメタル膜 47 との間に Al 膜 49 が堆積されている。

#### 【0074】

前記 Al 膜 49 を設けることにより、前記 Ta バリア膜 47 が前記 F 添加カーボン膜 44 から離間され、バリア膜 47 が F と反応して揮発性の TaF を形成する問題が回避される。Al は F と反応した場合、安定な AlF を形成するため、図 10 の構成では前記 Al

膜 4 9 のうち、前記 F 添加カーボン膜表面と接触する界面には、A 1 F 層が形成されている。また前記 A 1 膜 4 9 のうち、前記 C u 配線パターン 4 2 A とコンタクトしている開口部 4 4 A の底部に対応する部分においては、A 1 - C u 合金が形成されている。

【0075】

前記 A 1 膜 4 9 は、スパッタリングによって形成されるのが典型的であるが、A L D 法によっても、あるいは C V D 法によっても形成することができる。

【0076】

また前記膜 4 9 としては、F と反応して安定な化合物を形成する金属膜であれば、どのようなものでも使うことができる。

【0077】

本実施例においても腐食性の H F の発生を回避するため、前記 F 添加カーボン膜 4 4 は F / C 比が 1 よりも大きく 2 よりも小さいフッ化カーボン原料を使い、図 2 (A), (B) で説明したマイクロ波プラズマ処理装置 1 0 0 により形成するのが好ましい。

【0078】

以上、本発明を好ましい実施例について説明したが、本発明はかかる特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した要旨内において様々な変形・変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図 1】従来の半導体装置の製造方法における問題点を説明する図である。

【図 2】(A), (B) は、本発明で使われるマイクロ波プラズマ処理装置の構成を示す図である。

【図 3】図 2 のマイクロ波プラズマ処理装置の一部を示す図である。

【図 4】(A), (B) は、図 2 のマイクロ波プラズマ処理装置中における電子温度分布および電子密度分布を示す図である。

【図 5】(A) ~ (C) は、本発明の第 1 実施例による半導体装置の製造方法を示す図(その 1)である。

【図 6】(D) ~ (F) は、本発明の第 1 実施例による半導体装置の製造方法を示す図(その 2)である。

【図 7】(G) ~ (H) は、本発明の第 1 実施例による半導体装置の製造方法を示す図(その 3)である。

【図 8】本発明の第 2 実施例によるクラスタ型基板処理装置の構成を示す図である。

【図 9】本発明の第 2 実施例で使われる別のクラスタ型基板処理装置の構成を示す図である。

【図 10】本発明の第 3 実施例による半導体装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

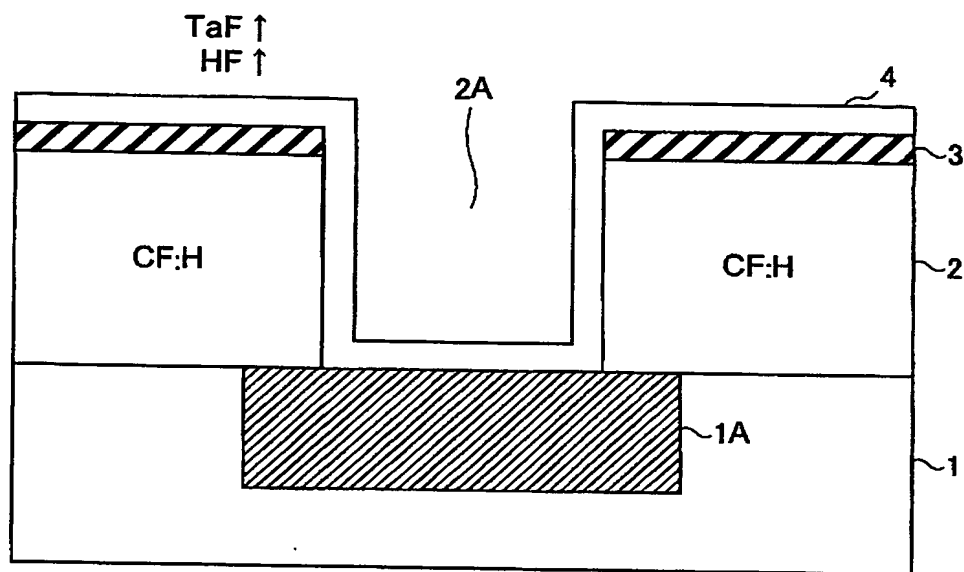
【0080】

- 1 0 0 プラズマ処理装置
- 1 1 処理容器
- 1 1 A、1 1 B プロセス空間
- 1 1 C 排気空間
- 1 1 D 排気ポート
- 1 2 被処理基板
- 1 3 基板保持台
- 1 3 A 高周波電源
- 1 4 リング状部材
- 1 4 A プラズマガス供給ポート
- 1 4 B プラズマガス通路
- 1 4 C プラズマガス導入口
- 1 6 A、1 6 B シールリング

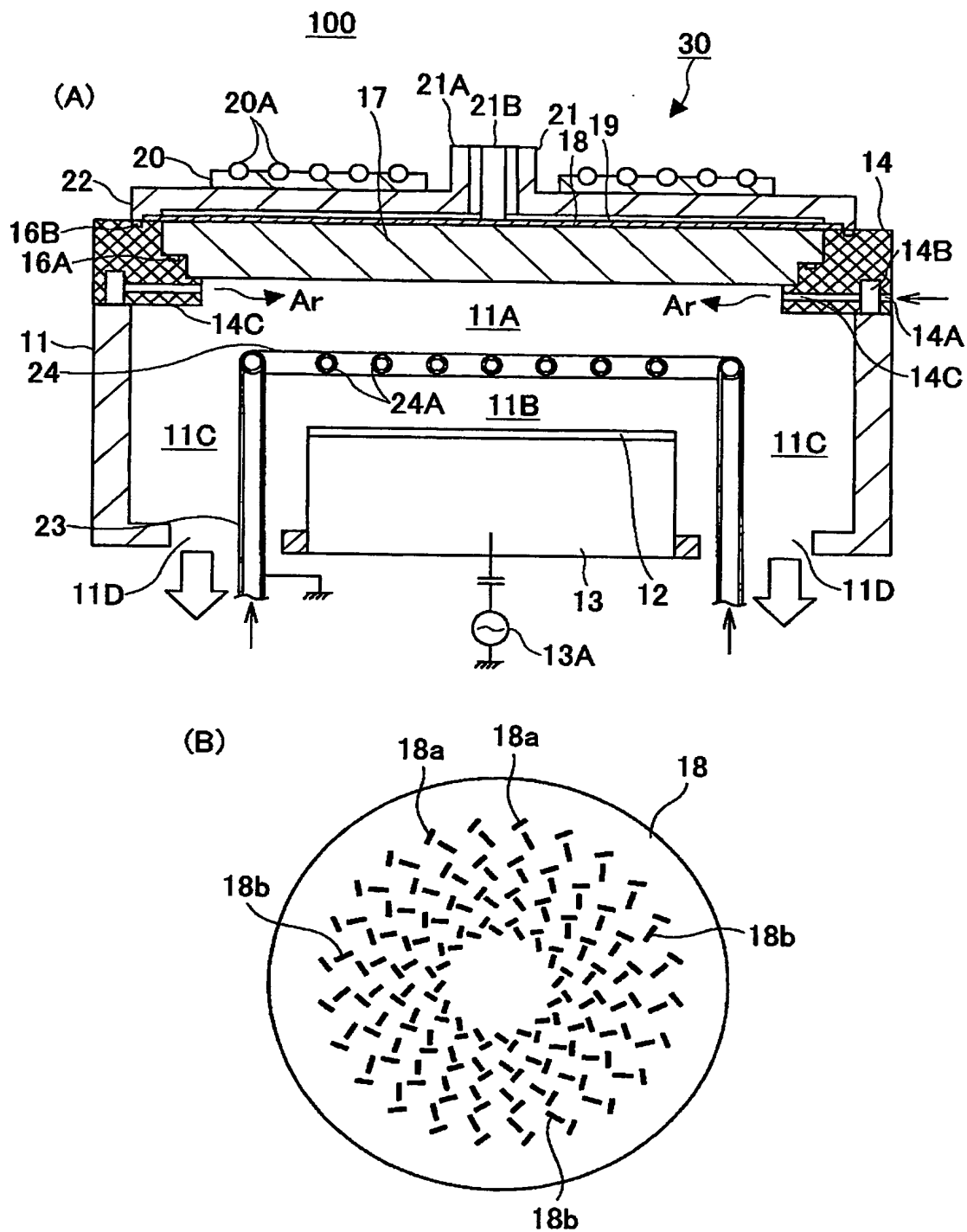
17 カバープレート  
18 放射板  
18a, 18b スロット  
19 遅相板  
20 冷却ブロック  
20A 冷媒通路  
21, 21A, 21B 同軸導波管  
22 アンテナ本体  
23, 24A 処理ガス通路  
24 処理ガス導入部  
24B ノズル  
24C 開口部  
30 ラジアルラインスロットアンテナ  
41 基板  
42 絶縁膜  
42A 配線パターン  
43 キャップ膜  
44 F添加カーボン膜  
45 ハードマスク膜  
46 レジストパターン  
47 Taバリアメタル膜  
48 Cu層  
48A Cuパターン  
49 Al膜  
60, 80 クラスタ型基板処理装置  
61, 81 真空搬送室  
62, 82 ロードロック室  
63~66, 83~85 処理室  
120 半導体装置

【書類名】 図面

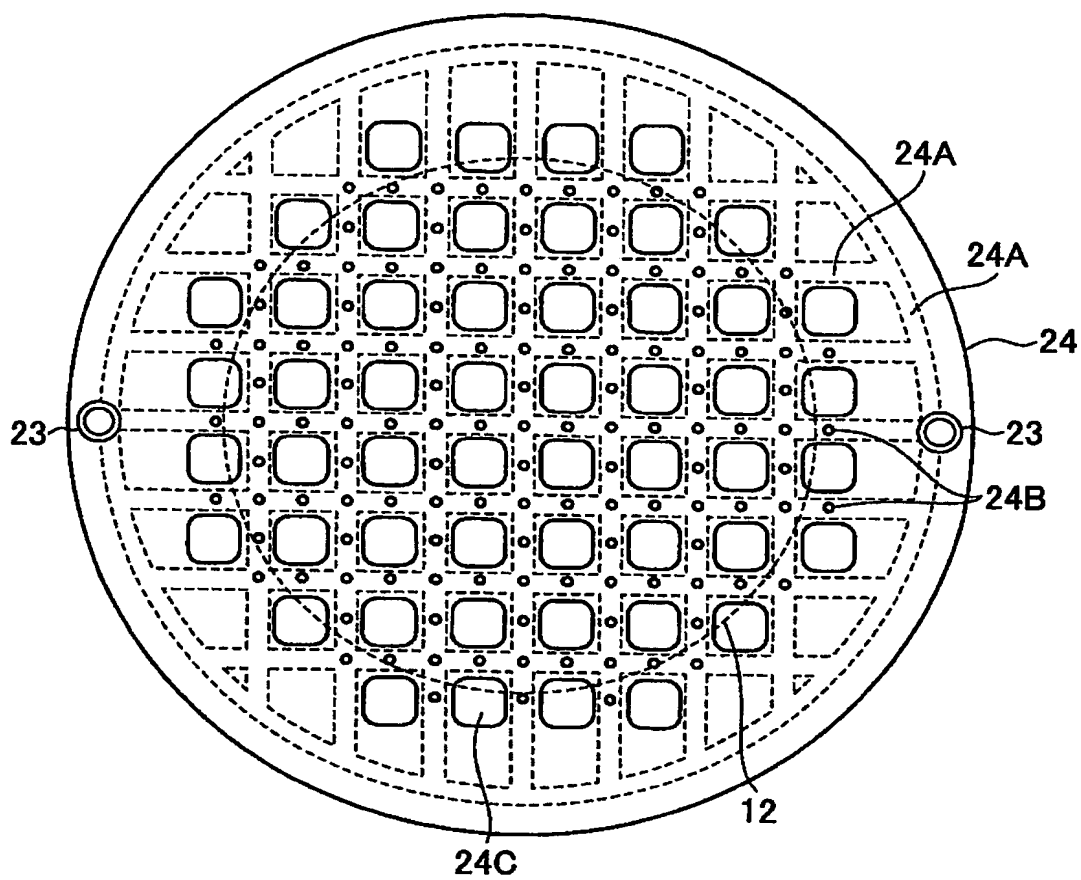
【図 1】



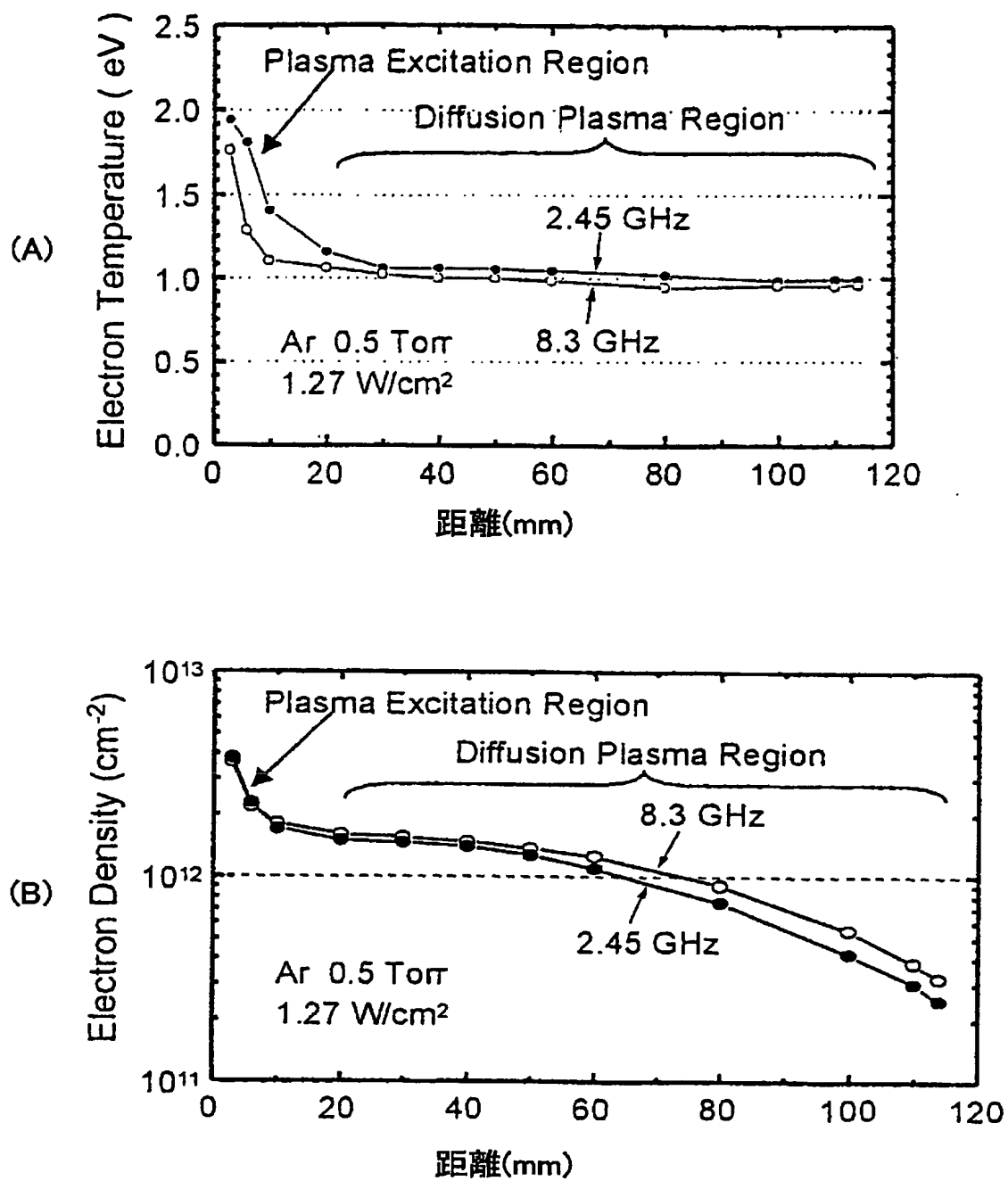
【図 2】



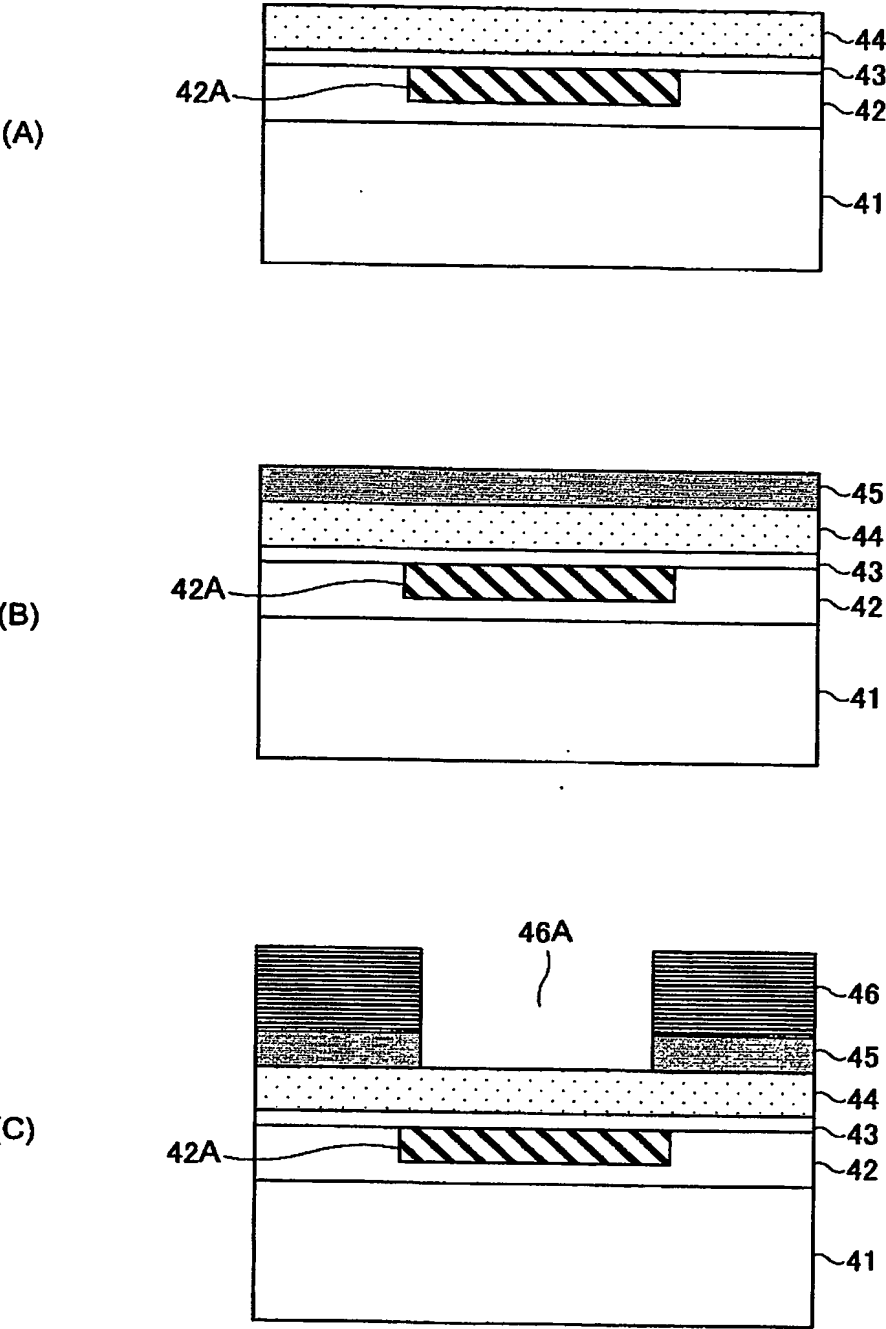
【図 3】



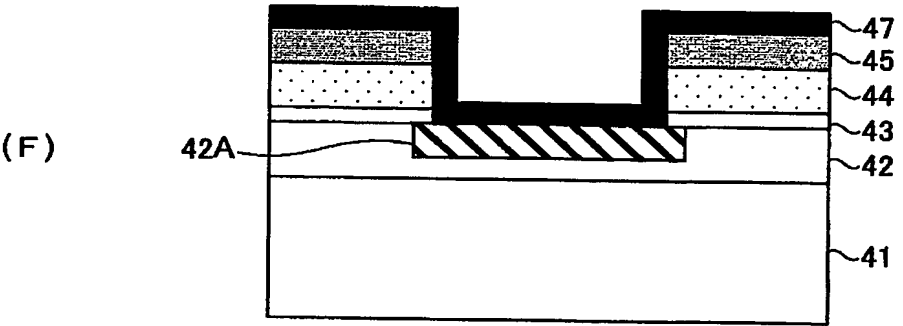
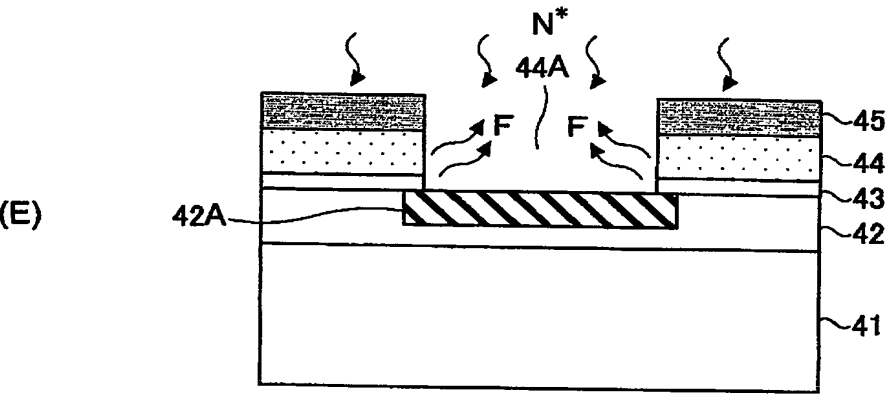
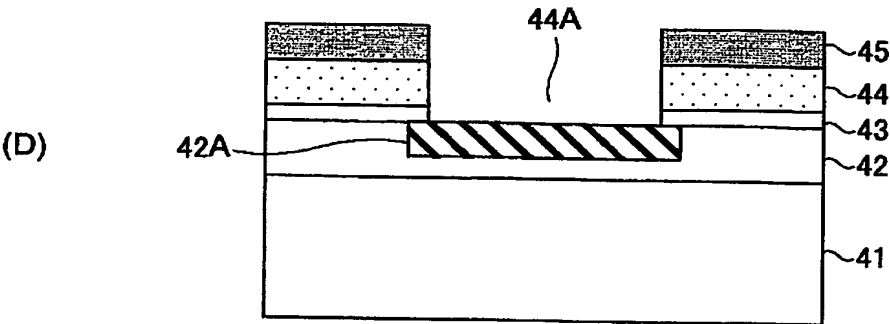
【図 4】



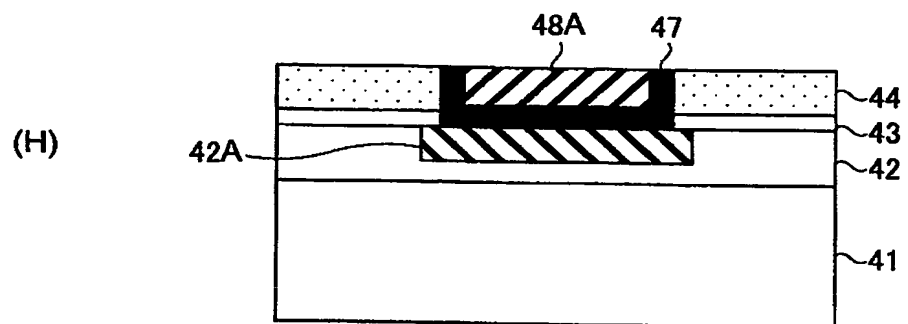
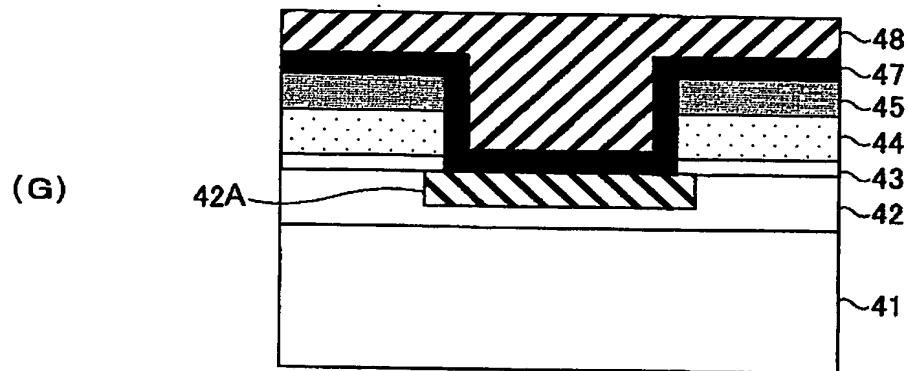
【図 5】



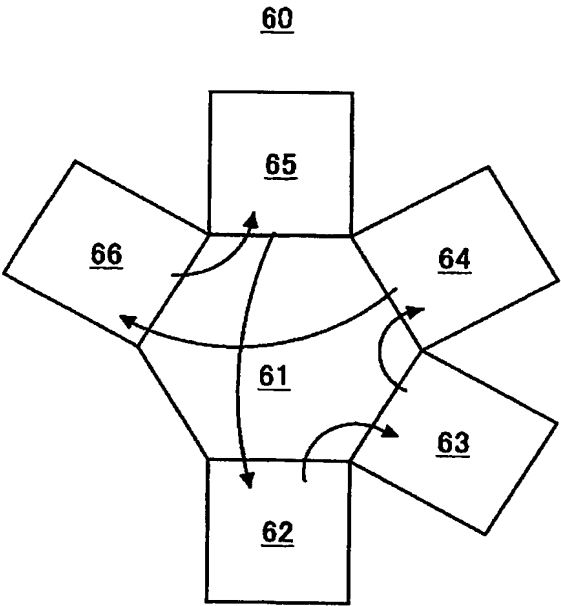
【図 6】



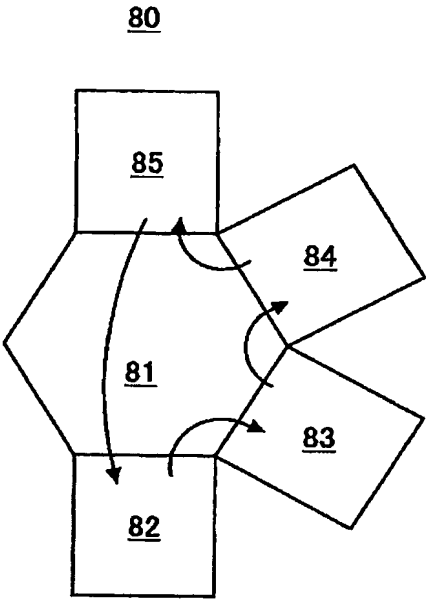
【図 7】



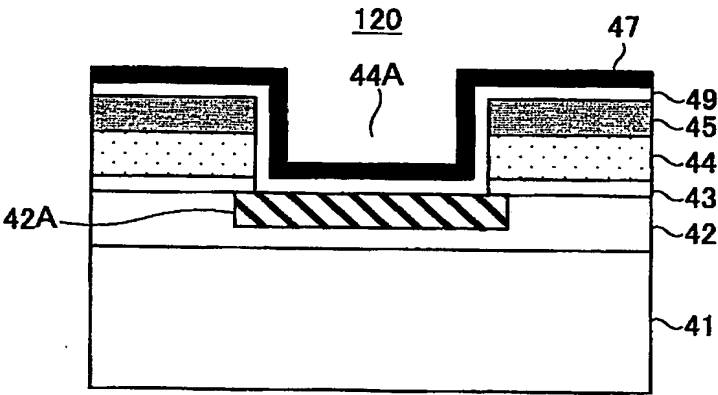
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 F 添加カーボン膜を層間絶縁膜として使った半導体装置において、バリアメタル膜と F 添加カーボン膜との反応を抑制する。

【解決手段】 F 添加カーボン膜の露出表面を、Ta バリアメタル膜の堆積に先立って、窒素ラジカルなどにより処理し、F 原子を除去する。

【選択図】 図 7

【書類名】 手続補正書  
【整理番号】 JPP030138  
【提出日】 平成15年11月20日  
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿  
【事件の表示】  
【出願番号】 特願2003-293904  
【補正をする者】  
【識別番号】 000219967  
【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100070150  
【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレイスタワー32階  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 伊東 忠彦  
【電話番号】 03-5424-2511  
【手続補正1】  
【補正対象書類名】 特許願  
【補正対象項目名】 発明者  
【補正方法】 変更  
【補正の内容】  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 寺井 康浩  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 浅野 明  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 西澤 賢一  
【提出物件の目録】  
【物件名】 理由書 1  
【提出物件の特記事項】 追って補充する。  
【物件名】 宣誓書 1  
【提出物件の特記事項】 追って補充する。

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-293904
受付番号	50301917397
書類名	手続補正書
担当官	植田 晴穂 6992
作成日	平成 16 年 1 月 6 日

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】

【識別番号】

000219967

【住所又は居所】

東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号

【氏名又は名称】

東京エレクトロン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100070150

【住所又は居所】

東京都渋谷区恵比寿 4 丁目 20 番 3 号 恵比寿ガーデンプレイスタワー 32 階

【氏名又は名称】

伊東 忠彦

特願 2003-293904

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000219967]

1. 変更年月日

2003年 4月 2日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目3番6号

氏 名

東京エレクトロン株式会社